特集●LP再生機器の製作

MC/MMカートリッジ対応，電源分離型

真空管LCR型フォノイコライザーアンプ

征矢　進　SOYA Susumu

LCR用インダクターが入手できたので，これを使用したアンプ部と電源部を分離させた，ベテラン向きの真空管式フォノイコライザーアンプを発表する．フォノイコライザーにとって重要なポイントは，ノイズ対策とS/Nが十分満足できることだ．本機の残留ノイズは4mV程度で，入力換算でのS/Nは－115dB．切り換えスイッチによりMM/MCカートリッジが使用でき，音質は低域から高域にかけてのエネルギーバランスが良く，疲れないまろやかな音に仕上がった．

はじめに

レコードなら何でもよいとはいえませんが，その中で特にオリジナルレコードの音質は，CDにはない生気に満ちた音の出方をすると思います．

私の友人にレコードの音質が気に入って，ここ数年の間にオリジナルや，またそれに近い主にジャズレコードを多数収集した方がいます．その方は，私が製作したクォード型フォノイコライザーを使用していて，音質が好みに合い，大変気に入って聴いています．

このフォノイコライザーは，昨年10月の真空管オーディオフェアで使用したので，その際聴いていただいた方もおられると思います．これは私にとっても労作で，音質的には不満はないのですが，MCカートリッジの昇圧用として，無帰還のヘッドアンプを先行させていますので，若干ホワイトノイズが気になります．今後S/Nを向上させるべく，努力してみたいと思います．

さて以前から興味があったLCR用のインダクターが，近々ノグチトランスから発売されることになり，そのインダクターの試作品をテストする機会に恵まれました．そこでこれを使用したLCR型フォノイコライザーアンプを製作して試聴したところ，角の取れた滑らかな音質で広がり感も十分にあり，納得できたので紹介したいと思います．ただこのインダクターは，防磁対策がまったく施されていないので，その対策も含めて詳しく説明します．その代わりに，低価格で販売される予定だと聞いています．

なおハシモトトランスやアムトランスからも，同様のインダクターがすでに発売されていますので，そちらをお持ちの方も本機と同様に製作できるはずなのでトライしてみてください．

残念な点として，このフォノイコライザーアンプは，かなり高度なテクニックを必要とします．したがって，ベテラン向けとなってしまったことですが，回路そのものは単純なので，実際にその音を聴いてみようとする方々の参考になれば幸いです．

回路設計の要旨

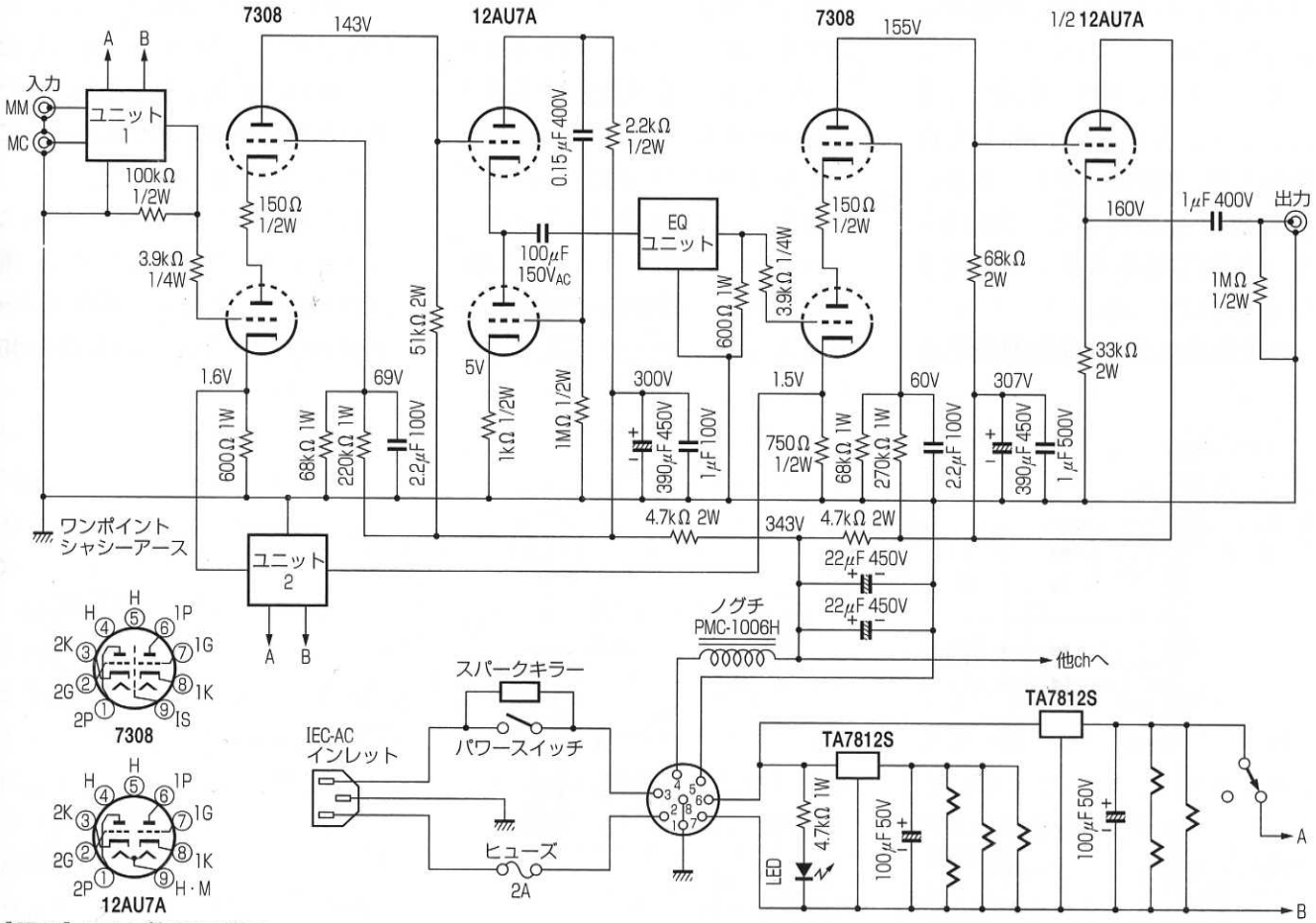
フォノイコライザーを設計する際，重要なポイントは次の点ではないでしょうか．

まず使用するカートリッジが何かです．カートリッジの出力電圧は大別すると，3～10mV程度の高出力タイプと，その1/10の0.1～0.5mVの低出力タイプがあります．前者は主にMM型ですし，後者はMC型になっていると思います．

マッキントッシュC22や，マランツ#7などの真空管式プリアンプは，フォノイコライザーのゲインを40dB（100倍）程度に設定してあります．MM型のカートリッジを使用するのであれば，そのままフォノ端子に接続すればよいのですが，もしこれにMCカ

［表1］真空管の定格

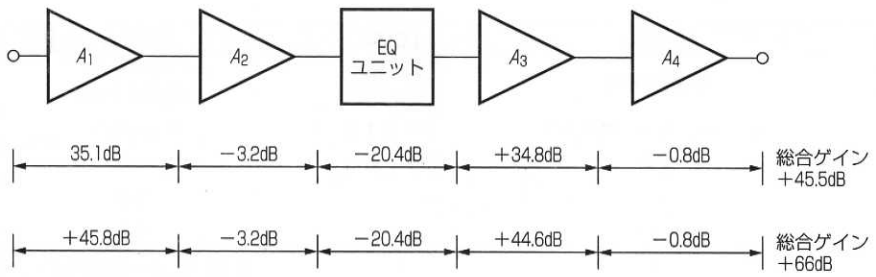
型番			6DJ8	12AU7A	EC19P	6AU6A
種別			カスコード用 中μ双3極管	中μ双3極管	定電圧電源用 単3極管	シャープカットオフ 高周波用5極管
E_f〔V〕×I_f〔A〕			6.3×0.365	12.6×0.15／6.3×0.3	6.3×1.0	6.3×0.3
最大定格	E_p	〔V〕	130	300	350～200	300
	E_{g2}	〔V〕				150
	P_p	〔W〕	1.8	2.75	11	3.0
	P_{g2}	〔W〕				0.65（E_{g2}＝150V以下）
	I_k	〔mA〕	25	20		
動作例	E_p	〔V〕	90	250	200	250
	E_{g2}	〔V〕				250
	I_p	〔mA〕	15	10.5	55	10.6
	g_m	〔mS〕	12.5	2.2	7.5	5.2
	μ		33	17	2.25	
	r_p	〔kΩ〕		7.7	0.3	1000
同等管			**6922**（I_f＝0.3A） **7308**（I_f＝0.335A）	**6189** **ECC82**など		**6136**



［図3］アンプ部の回路図

要なポイントは，カップリングコンデンサーです．カットオフ周波数はできるだけ低くして低域を伸ばしたいのですが，かといってむやみに時定数を大きくとるわけにもいきません．

また，コンデンサーからのリーク電流があると，特性の悪化の恐れがあるのでコンデンサーの選択も重要です．私はこのカップリングコンデンサーの値を100μFのオイルコンにしました．これでカットオフ周波数は2.5Hzとなります．このように設定すると，低端域の20Hzに対して8倍の余裕を取ることができます．したがって，ここでの特性がRIAA特性に影響を及ぼすことはないでしょう．



［図4］ゲイン配分のブロックダイアグラム

3段目はLCRユニットで等化された信号を，さらにカスコード回路で46dB増幅します．これでMCを直接入力するフォノイコライザーアンプとして必要なゲインは得られますが，このまま直接出力すると，ハイ落ちがこの段からから生じるので，バッファーとしてカソードフォロワーを通して出力します．ちなみに100kΩを負荷として，3段目のプレートから直接出力したところ，20kHzで－2dB程度レスポンスが低下してしまいました．

B電源は各部に個別に供給しました．これはS/Nの向上とチャンネルセパレーション改善のためです．

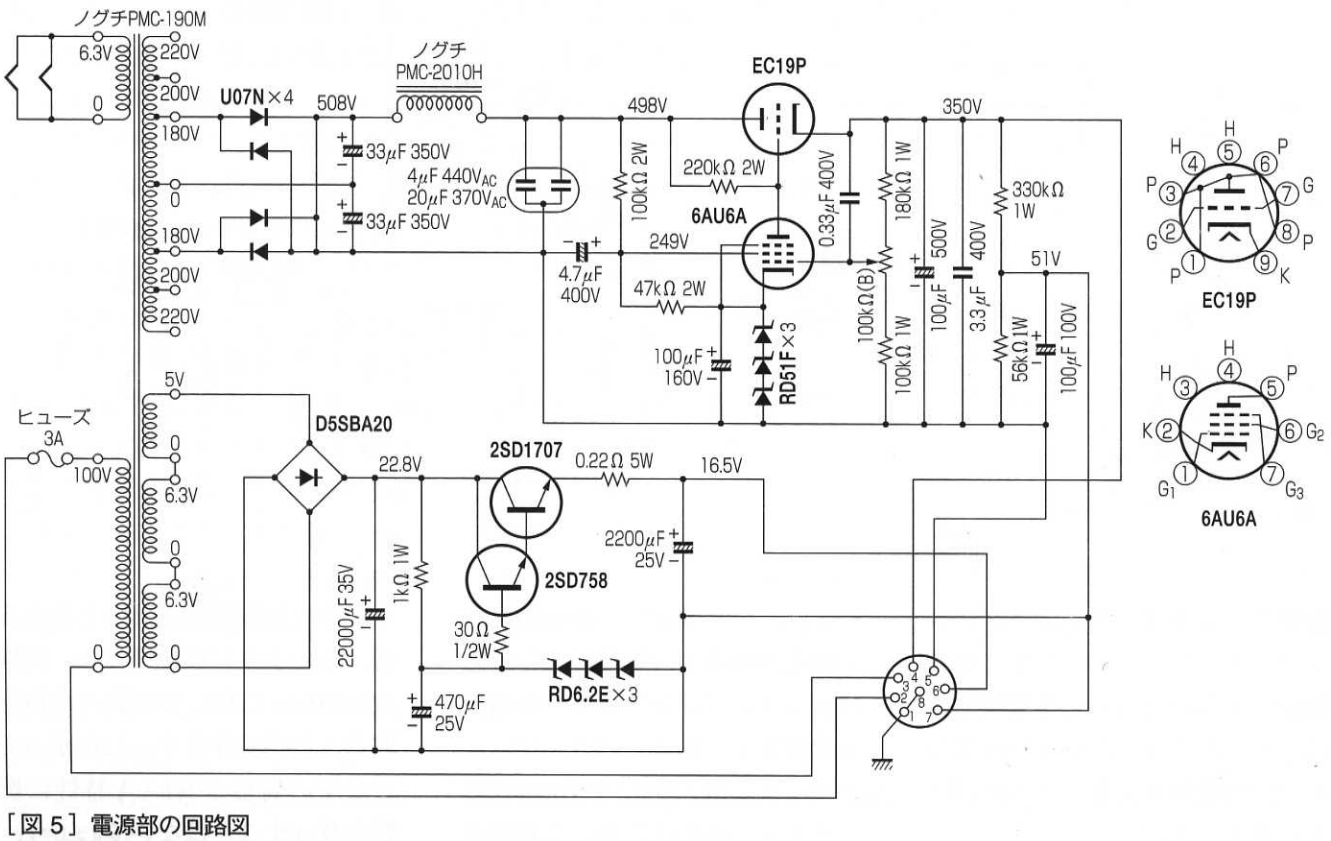
なお安定化電源の後，さらにチョークコイルによるデカップリングを行っていますが，さすがに微小信号を扱うフォノイコライザーはゲインが高いため，わずかなリップルもS/Nを悪化させるので，ここはやりすぎと思えるくらいしっかりと平滑する必要があります．

またヒーター電源はレギュレーターICによりリップルを取り除き，ヒーター配線からの飛びつきによるS/Nの悪化を回避しました．

図4のゲイン配分のブロックダイアグラムを見てください．MM入力では，カスコード部のカソードバイパスコンデンサーを切り離すので電流負帰還が掛かり，カスコード回路のゲインは35dB程度となります．LCRユニットでのロス，およびカソードフォロワーでのロスの合計が加わり，総合ゲインは45.5dBとなります．5mVのカートリッジを使用すれば，1V程度の出力を得ることができるので，これだけの感度があれば十分でしょう．

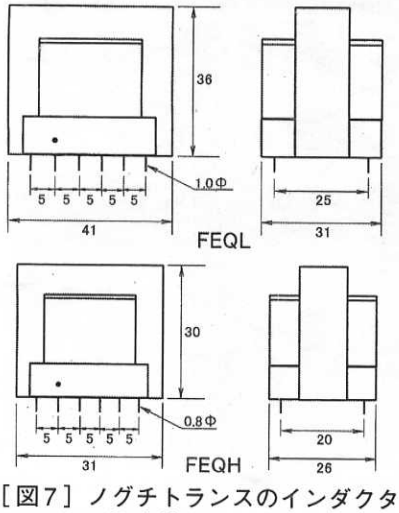
当初，電流負帰還ではなく，P-G負帰還でレベルを合わせましたが，音質に元気がなくなり，またエネルギーバランスが低いほうにシフトしてしまいました．

MC入力はカソードにバイパスコンデンサーを入れることで，電流負帰還はかからず，各カスコード回路単独でのゲインは45～46

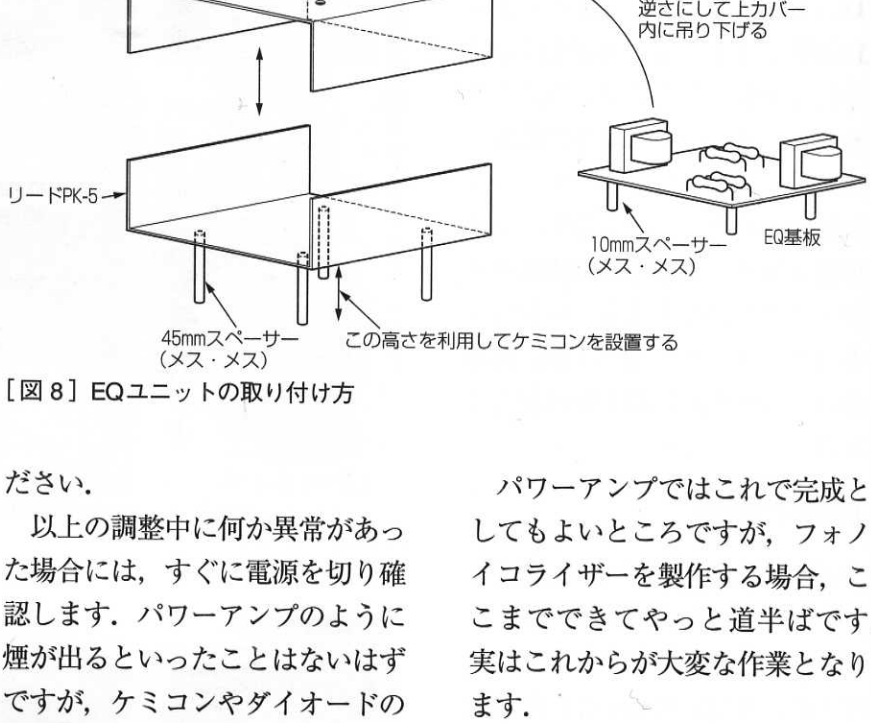


［図5］電源部の回路図

品番	インダクタンス値	直流抵抗
FEQL	1.9H	20Ω
FEQH	45mH	3.2Ω



［図7］ノグチトランスのインダクターのサイズと定格



［図8］EQユニットの取り付け方

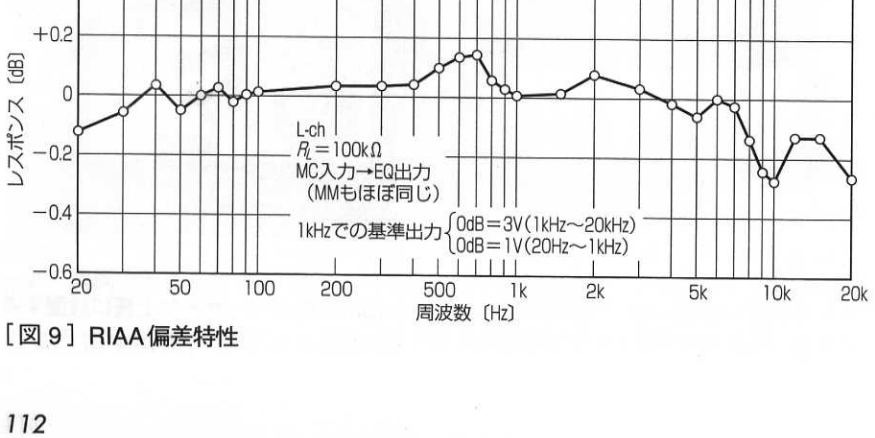
と2段目の2本を差し込みます．テスターは7308のプレートとアース間に当てておき，電源スイッチを入れてください．どこにも異常がなければ，約10秒で電圧が上がってきて，DC150V程度を示すはずです．

確認できたらいったん電源を切り，今度はRチャンネルの真空管も差し込み，同様に確認してください．そこまでOKであれば，今度は3段目の7308 2本と12AU7Aの計3本を差し込みます．

テスターは12AU7Aのカソード抵抗のどちらかに当て，電源を入れてください．やはり10秒ほどで電圧が上がってきて150V程度を示すはずです．これは両チャンネルともにすばやく確認してください．

以上の調整中に何か異常があった場合には，すぐに電源を切り確認します．パワーアンプのように煙が出るといったことはないはずですが，ケミコンやダイオードの逆接続は致命傷になるので，最初に行う配線確認のときに極性が正しいかどうかしっかり確認しておく必要があります．もっともベテランの方には釈迦に説法かもしれませんが．

アンプ部は調整するところはなく単に電圧確認だけとなります．回路図に示した各部の電圧に近くなっていれば，ほぼ正確に動作しているといえます．もしも回路図に示す電圧から大きくずれている場合は，真空管の不良もしくは特性のバラツキが考えられるので，その場合は真空管を交換してみてください．



［図9］RIAA偏差特性

パワーアンプではこれで完成としてもよいところですが，フォノイコライザーを製作する場合，ここまでできてやっと道半ばです．実はこれからが大変な作業となります．

満足できるものに仕上げるため，測定器のあるなしにかかわらず，残留ノイズをいかにして減らすかがこれからの重要な作業となります．その作業は真空管の選別です．したがって，真空管は必要数の倍以上を用意する必要があります．

オシロとミリボルのある方は，残留ノイズが最小となるような真空管を選別します．測定器のない方は直接パワーアンプに接続して，徐々にボリュームを上げて行きます．このときノイズが最も小さくなる低雑音の真空管を選別してください．一番ノイズが少ない真空管から順番を付けていきます．それができましたら，今度はその中の最も低雑音の真空管を初段に差し変えます．次に少ない真空管はその後にという具合にセットします．この作業は根気が要りますが重要な作業で，本機の場合，最小ものと最多のものとで，残留ノイズが5倍（14dB）ほどの差が出ました．

最終選別が終了したら，最後に

各部の電圧が正常かどうか，もう一度回路図と照らし合わせて確認すれば完成です．

測　定

図9はRIAA偏差特性です．10kHzあたりにわずかなディップがありますが，20Hzから20kHzまでが＋0.2dBから－0.3dB以内に入っているので，測定の誤差を考えれば優秀な特性だと考えられます．このグラフの目盛りは0.2dBですが，目盛りを通常の1dBとすると，変化はほとんどわからない状態となりました．

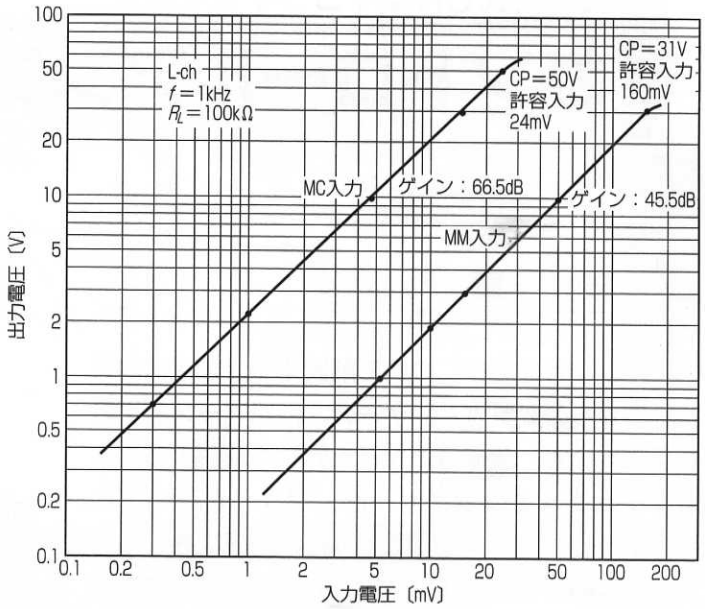
図10は入力電圧対出力電圧特性です．MC入力時の許容入力電圧は24mVとなり，0.3mVのカートリッジに対して80倍（38dB）取れたことになります．そのときの出力電圧は50Vで，ゲインは66.5dBとなりました．

MM入力時許容入力電圧は160mV，そのときの出力電圧は31Vでゲインは45.5dBとなりました．最大出力電圧がMCよりも低いのは，初段の許容入力電圧が低くなってしまったことによります．

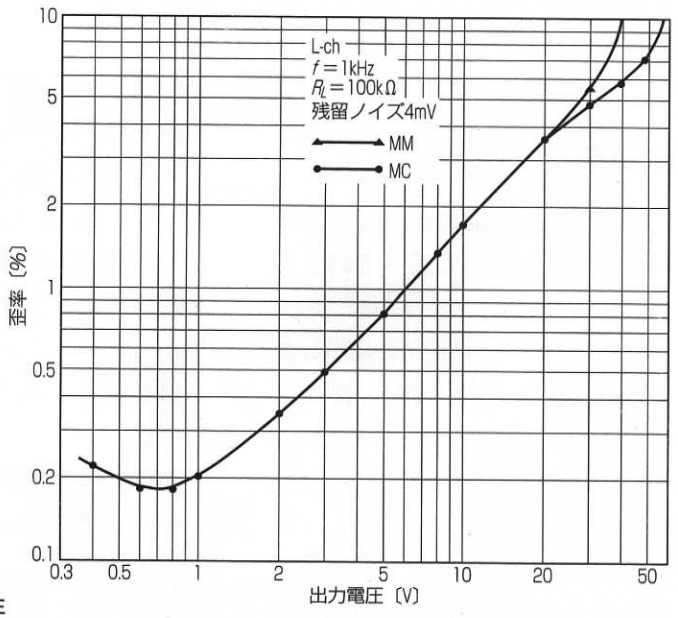
MCは約2000倍，MMでは約200倍のゲインとなります．フォノイコライザーアンプとして，使いやすい感度に仕上がったようです．

図11は入力対歪率特性です．面白いことに出力電圧が20Vまでは，ほぼ同じカーブを描いています．出力電圧が1V以下は歪率計の針が動いてしまい，正確に表示できているかわかりませんが，歪率の傾向を知ることはできます．

無帰還アンプですし，また歪みの打ち消しも行っていないので特別低歪率とはいえませんが，十分満足できる特性ではないかと思います．なお，残留ノイズは4mVなので，入力換算でのS/Nは補正なしで－115dBとなりました．



［図10］入出力特性



［図11］歪率特性

試　聴

耳当たりのよいまろやかな音の出方であることが第一印象です．低域から高域にかけてのエネルギーバランスが良く，疲れない音質ではないかと感じました．

最後に

以前トランス送り出しのLCR型フォノイコライザーを製作したことがありましたが，そのときの印象派はカマボコ型の音質で，ヌケも悪い感じでした．今回はそのイメージを良いほうに覆す結果となりました．

LCRユニットをトランスでドライブしないことで，コストの削減も図れるし，音質もよりワイドレンジになると思います．

より多くの方にチャレンジしていただき，その音質を実感していただきたいと思います．